

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Elektroniikka / tietoliikennetekniikka

Timo Torri

Mika Koskivirta

DSLAM-LAITTEEN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Opinnäytetyö

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tietoliikenne

TORRI, TIMO

KOSKIVIRTA, MIKA

DSLAM-laitteen asennus ja käyttöönotto

Opinnäytetyö

25 sivua + 15 liitesivua

Työn ohjaaja

Yliopettaja Martti Kettunen

Toimeksiantaja

KYMP Oy

Huhtikuu 2010

Avainsanat

DSL, DSLAM, tilaajaverkko, tietoliikenne, SimuNet, järjestelmäpäivitys

Laajakaistaliittymistä puhuttaessa tarkoitetaan yleensä DSL- (Digital Subscriber Line) tai kaapelimodeemiliittymää. DSL tarkoittaa digitaalista tiedonsiirtomuotoa, jolla päästään moninkertaisiin tiedonsiirtonopeuksiin verrattuna analogiseen modeemitekniikkaan.

DSLAM-laitteella (DSLAM = Digital Subscriber Line Access Multiplexer) on keskeinen rooli palveluntarjoajan hallinnoidessa tietyn alueen DSL-pohjaisia internetyhteyksiä ja sen avulla myös erotetaan tilaajaliittymän tietoliikenne puhelinliikenteestä.

Opinnäytetyön aiheeksi määriteltiin Nokia Siemens DSLAMin asennus ja käyttöönotto Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tietoliikennelaboratorion tiloihin. Kyseinen DSLAM on osa laboratorion SimuNet-verkkoa, jota käyttäen voidaan simuloida esimerkiksi verkko-operaattorin verkossa myöhemmin toteutettavaa reititysprokollien migraatiota ennen varsinaisen tuotantoverkon päivitystä. Lisäksi DSLAM tukee tietoverkko-opiskelijoiden perehdyttämistä DSL-yhteyden suunnitteluun ja toteuttamiseen myös palveluntarjoajan näkökulmasta.

Opinnäytetyön dokumentissa keskitytään eri DSL-tekniikoihin, DSLAM-laitteen rakenteeseen ja tilaajayhteyden muodostamiseen erilaisin menetelmin. Lisäksi käsitellään laitteen kaapelointia ja sen korttimoduuleita sekä niihin liittyviä järjestelmäpäivityksiä. DSLAM-laitteen laboratoriokäytön jatkokehitysmahdollisuudet ovat monipuoliset, koska laitekokonaisuutta voidaan täydentää erilaisin moduulipäivityksin ja eri verkkomallien avulla voidaan luoda uusia laboratorioharjoituksia, joissa DSLAM on osana.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Information Technology

TORRI, TIMO

KOSKIVIRTA, MIKA

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2010

Keywords

Installation and Implementation of DSLAM

25 pages + 15 pages of appendices

Martti Kettunen, Principal Lecturer

KYMP Oy

DSL, DSLAM, subscriber line, networking, SimuNet,
system update

The term "broadband Internet connection" usually refers to a connection via a digital subscriber line (DSL) or via a cable modem. DSL means digital data transfer, which enables multiple transfer speeds in comparison to analog technology.

The digital subscriber multiplexer (DSLAM) has a vital role in a internet service provider's (ISP) network. With the DSLAM device, the service provider administrates DSL-based Internet connections over an area. Moreover, the device separates the data traffic at the subscriber's interface from telephone traffic.

The subject of the thesis is the installation and implementation of Nokia Siemens DSLAM in the telecommunication laboratory of Kymenlaakso University of Applied Sciences. The DSLAM in question is part of the SimuNet platform, which can be used, for example, in exercises that deal with a service provider's network migration phases before the actual implementation on a real network. The device also helps students learn to design and implement DSL connections from the service provider's point of view.

The thesis explores different DSL techniques, the structure of the DSLAM and different ways to create subscriber connections. Information about cabling, card modules and system upgrades are also included. The development of the DSLAM device can open up variety of learning opportunities as its different module upgrades and network design can be used to create new laboratory exercises.

LYHENTEET JA TERMIT

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line, laajakaistatekniikka
ADSL2	Asymmetric Digital Subscriber Line2, laajakaistatekniikka
ADSL2+	Asymmetric Digital Subscriber Line2+, laajakaistatekniikka
Annex M	Laajakaistatekniikan laajennus
ATM	Asynchronous Transfer Mode, asynkroninen tiedonsiirto
Cat6	Category 6-verkkokaapeli
CIUG	Common Interface Unit with Guarded input, korttimoduuli
CXU	Central Control unit, korttimoduuli
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, IP-osoitteen jakelutekniikka
DHCP provider	DHCP-palvelun lisämäärittäjä
DMT	Discrete Multi-tone, taajuusmodulaatiotapa
DSL	Digital Subscriber Line, digitaalinen tiedonsiirtotekniikka
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer, laajakaistakeskitin
EMC	Electromagnetic Compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus
Ethernet	Lähiverkkotekniikka
ETS EN 300 019-1-3	Tietoliikennelaitteiston säänkestostandardi
FTP	File Transfer Protocol, tiedonsiirtoprotokolla
FTTB	Fiber To The Building, valokuitu tuodaan rakennukseen
HD	High Definition, korkealaatuinen
IP	Internet protokolla
ISP	Internet Service Provider, Internet palveluntarjoaja

IU	Interface Unit, tiedonsiirto rajapinta
ISDN	Intergrated Services Digital Network, laajakaistatekniikka
MTA	Metallic Test Access, testiportti DSLAM-laitteessa
NAT	Network Address Translation, osoitteenmuunnos
Option82	DHCP-asetusten lisämäärittäminen
PING	Komento vasteajan toteamiseen
POTS	Plain Old Telephone Service, puhelinliikennepalvelu
PVID	Port VLAN Identifier, portin vlan-määrittäminen
QoS	Quality of Service, verkkotekniikassa käytettävä tekniikka jolla voidaan parantaa tiettyjen palveluiden käytettävyyttä
SAPS	Automatisoitu päivitysjärjestelmä
SHDSL	Symmetric High-speed Digital Subscriber Line, laajakaistatekniikka
SNR	Signal-to-Noise Ratio, signaali-kohinasuhde
T1	Laajakaistatekniikka
Trunk	Usean VLAN:in siirtotie
UDP	User Datagram Protocol, tiedonsiirtoprotokolla
UTP	Unshielded Twisted Pair, suojaamaton verkkokaapeli
V	Voltti, jännitteen mittayksikkö
VCI	Virtual Circuit Identifier, virtuaalinen kytkennän tunnus
VDC	Volts of Direct Current, tasajännite
VDSL	Very High bitrate Digital Subscriber Line, laajakaistatekniikka
VDSL2	Very High bitrate Digital Subscriber Line 2, laajakaistatekniikka

VLAN	Virtual Local Area Network, virtuaalinen lähiverkko
VOD	Video On Demand, videokuvapalvelu
VPI	Virtual Path Identifier, virtuaalinen reitin tunnus
W	Watti, tehon mittayksikkö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	9
2 DSL-TEKNIikka.....	9
2.1 Historia.....	9
2.2 Taajuusmodulaatio.....	11
2.3 ADSL.....	11
2.4 VDSL.....	12
2.5 SHDSL.....	12
2.6 DSLAM	12
3 LAITTEISTO.....	13
3.1 SIEMENS DSLAM.....	14
3.1.1 Runko.....	14
3.1.2 CIUG-kortti	15
3.1.3 CXU-kortti.....	16
3.1.4 ADSL-kortti.....	16
3.1.5 VDSL-kortti.....	17
3.1.6 Tuuletinyksikkö.....	17
3.2 CISCO 2800 -reititin.....	18
3.3 CISCO 3550 -kytkin.....	18
3.4 Akusto.....	18
4 ASENNUS.....	18
4.1 DSLAM-laitteen asennus.....	18
4.2 Kaapelointi.....	19
4.2.1 Kaapelkourun asennus.....	19
4.2.2 Kaapeloinnin veto.....	19
4.2.3 Kaapeleiden päättäminen.....	20
4.3 Sähkötyöt.....	20
4.4 Käyttöönotto.....	20

5 HARJOITUSTYÖT.....	21
5.1 ADSL-yhteys DHCP-palvelinta käyttäen.....	21
5.1.1 ADSL-yhteyden määrittäminen DSLAM-laitteessa.....	21
5.1.2 ADSL-linjan konfigurointi reitittimessä.....	22
5.1.3 DHCP-palvelimen määrittäminen reitittimeen.....	23
5.1.4 Yhdyskäytäväreitittimen määrytykset.....	23
5.1.5 DHCP-määrytykset DSLAM-laitteessa.....	24
5.1.6 ADSL-linjan tarkistus.....	25
5.2 Staattinen IP-osoite ADSL-linjalla.....	26
5.2.1 ADSL-yhteyden määrytykset DSLAM:ssa.....	26
5.2.2 ADSL-linjan konfigurointi reitittimessä.....	26
5.2.3 Yhdyskäytäväreitittimen määrytykset.....	27
5.3 Quality of Service -harjoitus.....	28
5.4 ADSL-linjan tarkistus.....	30
6 ONGELMAT JA RATKAISUT.....	31
7 YHTEENVETO.....	32
LÄHTEET.....	33

LIITTEET

Liite 1. DHCP-harjoituksen konfiguraatiot

Liite 2. Staattinen IP-harjoituksen konfiguraatiot

Liite 3. Kuvia Laitteistosta ja johdotuksista

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli asentaa DSLAM-laite Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tietoliikennelaboratorioon sekä alustaa sen käyttöönotto. DSLAM-laite tuli näin osaksi opiskelijoille suunnattua SimuNet-harjoitusympäristöä ja tukemaan tietoliikennetekniikan koulutusta.

Opiskelijoiden perehdyttäminen DSLAM-laitteeseen on välttämätöntä, jos halutaan opettaa DSL-tekniikkaa käytännössä. DSLAM-laitteet ovat arkipäivää palveluntarjoajien verkoissa. Ne mahdollistavat erittäin nopeat laajakaistayhteydet kuluttajille kustannustehokkaasti asennusta ja ylläpitoa ajatellen.

Käsiteltävinä asioina tässä työssä ovat DSL-tekniikat, kaapelointi, DSLAM-laitteen rakenne, järjestelmäpäivitykset ja ADSL-kortilla suoritettavat harjoitustyöt. Harjoitustöistä olemme selventäneet tärkeimpien käskyryhmien merkityksiä konfiguraatioissa. Täydelliset konfiguraatiot jokaisesta laitteesta ovat liitteinä.

2 DSL-TEKNIikka

DSL tarkoittaa digitaalista tiedonsiirtomuotoa. DSL mahdollistaa monenkertaisen tiedonsiirtonopeuden vanhaan analogiatekniikkaan verrattuna. Jatkuvan kehityksen tuloksena DSL-tekniikka on varteenotettavin tapa tuoda nopeat yhteydet normaalikuluttajille kaapelimodeemien ohella.

DSL luotiin korvaamaan T1-tekniikka. T1 käyttää kahta kupariparia ja virheensieto oli T1:n suuri ongelma ylikuulumisten takia.. Normaalisti kupariparit oli otettava eri johtonipuista, jotta virheet saatiin pidettyä minimissään.

DSL:n vahvuuksia ovat helppo liitettävyyys, hinta sekä joustavuus kehittyneen virheenkorjauksen ansioista. Alkuperäinen käyttökohde oli VOD. VOD mahdollistaa liikkuvankuvan tuomisen asiakkaalle kohtuu hintaan. (1, Introduction)

2.1 Historia

DSL-tekniikan isänä voidaan pitää Joseph Lechleideriä. 1980-luvun lopussa hän kehitti tavan siirtää tietoa laajakaistasisignaalien avulla. Hän kehitti myös laajakaistan jonka tarkoitus oli tuoda käyttäjille tietoa huomattavasti nopeammin kuin käyttäjiltä lähtevää tietoa. Tätä tiedonsiirto tapaa kutsutaan asymmetriseksi.

Ensimmäinen tätä uutta teknologiaa hyödyntävä tuote oli ISDN. Tieto lähetettiin suoraan digitaalisena POTS:n yli. Näin säästettiin vasteaikaa, kun muunnosta analogiseen muotoon ei tarvinnut tehdä. Myös taajuuden kasvaessa siirtonopeus parani huomattavasti analogisiin liittymiin verrattuna.

Vuonna 1993 John Cioffi kehitti tekniikan, joka mahdollisti DSL-signaalin jakamisen 256 taajuuskaistaan, jotka tunnetaan myös taajuuskanavina. Tätä tekniikkaa kutsutaan DMT-standardiksi. DMT-standardista tuli yleisin käytetty standardi DSL-tekniikassa.

Ensimmäinen läpimurron tehnyt DSL-tekniikka oli HDSL. HDSL kehitettiin 1990-luvun alussa, mikä tekee siitä yhden vanhimmista DSL-tekniikoista. HDSL on symmetrinen, joka tarkoittaa samaa lähetys- ja vastaanottonopeutta. Tämän saavuttaakseen HDSL:n kanssa joudutaan käyttämään kahta kupariparia.

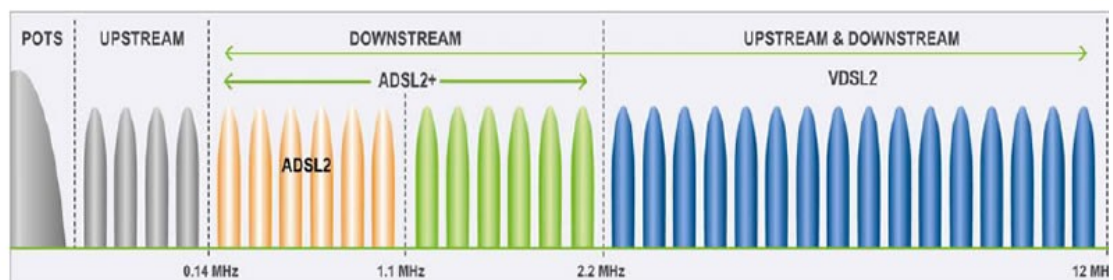
HDSL:ää seurasi tunnetuin ADSL. ADSL on asymmetrinen, joka tarkoittaa eroa vastaanotto- ja lähetysnopeudessa. ADSL oli täydellinen tuote normaalikuluttajalle, koska normaalikuluttaja käytti huomattavasti enemmän vastaanotto- kuin lähetyskaistaa. ADSL:n tullessa markkinoilla nopeudet olivat luokkaa 256 – 512 kbps. Uusimmat ADSL-standardit, ADSL2+ ja Annex M, mahdollistavat jopa 24 Mbps:n vastaanotto- sekä 3,5 Mbps:n lähetysnopeuden. Suurin osa DSL-liittymistä käyttää jotain muunnosta ADSL-standardista.

SHDSL:ssä otettiin käyttöön POTS:n käyttämät taajuudet, joten nopeutta onnistuttiin nostamaan tällä keinolla. SHDSL on HDSL:n tapaan symmetrinen, mutta johtuen POTS:n taajuuksien käytöstä normaalia puhelinliikennettä ei voida käyttää yhtä aikaa SHDSL:n kanssa. Samaan liittymään on mahdollista käyttää jopa 4 kupariparia.

Tämä mahdollistaa suuret tiedonsiirtonopeudet virheherkkyyden kasvaessa. VDSL on uusin tulokas DSL-rintamalla. VDSL-standardi hyväksyttiin vuonna 2001. VDSL jäi vähälle huomiolle, mutta sen seuraaja VDSL2, joka kehitettiin vuonna 2006, on saamassa suurta suosiota FTTB-toteutuksissa. (1, VDSL)

2.2 Taajuusmodulaatio

DSL-tekniikassa tiedon lisääminen signaaliin tapahtuu taajuusmodulaatiolla, yksinkertaisesti jakamalla taajuudesta alueet tulevalle ja lähtevälle tiedolle. Puhelinliikenteelle jää vain noin 4 kHz:n alue taajuusalueen alkupäässä. Taajuuden kasvaessa myös nopeudet kasvavat lähetyksen- ja vastaanottopäässä. (1, ADSL Technology)



Kuva 1: DSL-taajuusalueet

2.3 ADSL

Asymmetric digital subscriber line eli ADSL-standardi hyväksyttiin vuonna 1998. Se oli ensimmäinen ADSL-tekniikka ja se saavutti 9 Mbps vastaanotto- ja 640 kbps lähetyksenopeuden. ADSL-linjan maksimipituus on 5500 m, joka tietenkin pituuden kasvaessa rajoittaa saatavia nopeuksia. ADSL sisältää myös automaattisen virheenkorjauksen joka parantaa linjan toimintaa varsinkin pitkällä matkoilla.

Vuonna 2005 ADSL:n jälkeen tuli ADSL2-standardi. Tuoden parannuksia perinteiseen ADSL-tekniikkaan, samalla lisäten vastaanottonopeuden 12 Mbps ja lähetyksenopeuden 3,5 Mbps asti Annex J-tekniikan avulla.

ADSL2+ on ADSL-tekniikan uusi tulokas. Annex M:n avulla voidaan saavuttaa jopa 24 Mbps vastaanotto- ja 3,5 Mbps lähetysnopeudet. Monet, jotka ovat käyttäneet vanhempia ADSL-päätelaitteita, ovat joutuneet hankkimaan uuden päätelaitteen, joka tukee Annex M-tekniikkaa, kun he ovat vaihtaneet nopeampaan liittymään. (1, ADSL Capabilities)

2.4 VDSL

Very high bitrate digital subscriber line eli VDSL -standardi hyväksyttiin vuonna 2001. Tämä tekniikka ei ikinä saanut suurta suosiota osakseen johtuen hintavista päätelaitteista sekä pienestä erosta ADSL:n nopeuteen. VDSL saavutti 54 Mbps vastaanotto- ja 16 Mbps lähetysnopeudet.

VDSL2 tuli korvaamaan VDSL:n vuonna 2006. VDSL2 on erittäin suosittu tuote FTTB-kohteissa. VDSL2 mahdollistaa teoreettiset 100 Mbps lähetys- ja vastaanottonopeudet. VDSL2 mahdollistaa ADSL2+:aa paremmat nopeudet alle kilometrin kuparilinjalla. Yli kilometrin matkalla on turha sijoittaa kalliimpaan VDSL2-tekniikkaan, koska nopeusero ADSL2+:aan on lähes olematon. (1, VDSL)

2.5 SHDSL

SHDSL kehitettiin vuonna 2001. Nimensä mukaisesti kyseessä on symmetrinen DSL-tekniikka, joka tarkoittaa jaettua kaistaa lähetykseen sekä vastaanottoon. Se on suunnattu erityisesti yrityskäyttöön, koska yritykset tarvitsevat kaistaa enemmän lähetykseen kuin normaalikäyttäjä.

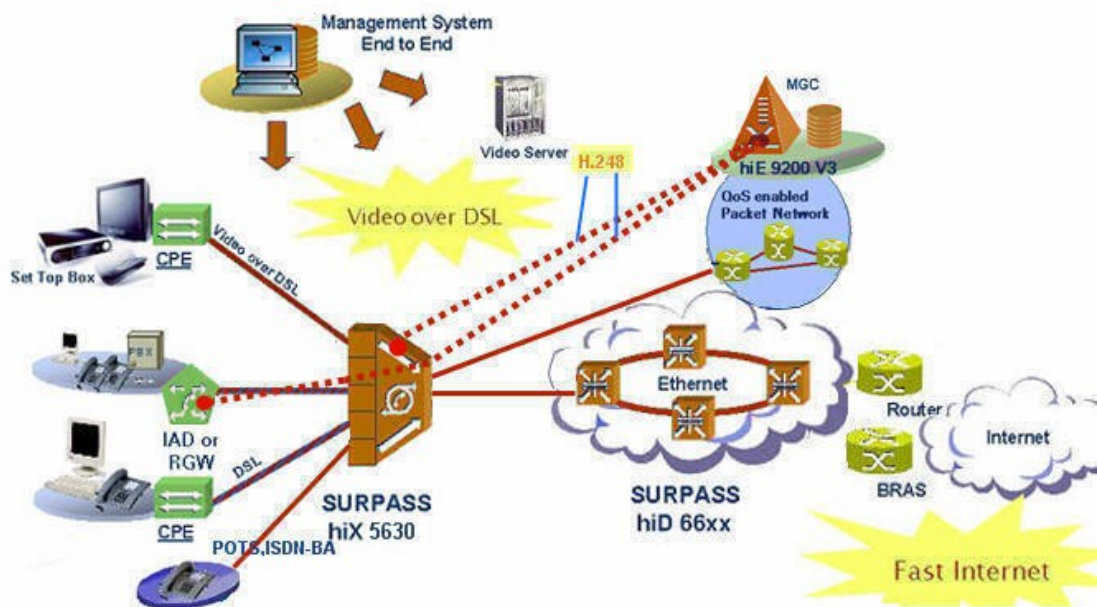
SHDSL tukee usean kaapeliparin samanaikaista käyttöä. Puhelinyhteyden käyttäminen SHDSL:n rinnalla ei onnistu, koska SHDSL käyttää taajuusaluetta, joka ylettyy puhelinliikenteen taajuudelle (POTS). Kun käytössä on kaksi paria, nousee maksimipituus kolmesta kilometristä kuuteen kilometriin ja saavutettava nopeus on jopa 10 Mbps. (1, G.SHDSL)

2.6 DSLAM

Digital Subscriber Line Access Multiplexerin tarkoitus on erottaa puheliikenne dataliikenteestä tilaajaliittymissä. Puheliikenne ohjataan puhelinkeskukseen ja dataliikenteen operaattorin runkoverkkoon. Yksinkertaisesti laitteen toimintaa voidaan verrata kytkimeen, joka muuntaa mediatyypin muotoa.

DSLAMin yleisin käyttökohde ovat puhelinkeskukset, joissa on keskitetty laajalta alueelta tulevat puhelinkaapelit. Tämä mahdollistaa hyvät nopeudet, jopa haja-asutusseudulla.

DSLAMin toinen käyttökohde on FTTB. FTTB-toteutuksessa tuodaan DSLAM aina taloyhtiön tiloihin asti. Taloyhtiön tiloissa DSLAM kytketään runkoverkkoon valokuitua hyväksi käyttäen. FTTB mahdollistaa erittäin suuret tiedonsiirtonopeudet kuluttajille, johtuen lyhyestä kuparilinjain pituudesta. Suosituimmat DSL-tekniikat FTTB -käytössä ovat ADSL2+ sekä VDSL2. VDSL2 mahdollistaa HD-tasoisien TV-kuvan tuomisen suoraan asiakkaalle IP-muotoisena sekä mahdollisesti muita palveluita tulevaisuudessa. (3, 15; Hauhia; Kettunen)



Kuva 2: DSLAM-laitteen sijoitus verkossa

3 LAITTEISTO

Tässä osiossa on esitelty työssä käytössä ollut laitteisto ja niiden teknisiä ominaisuuksia, kuten käyttöjärjestelmä versiot kytkimissä sekä reitittimissä.

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tietoliikennelaboratoriossa on jo valmiiksi kattavat laitekaapit, joten harjoitustöiden suorittaminen oli verrattaen helppoa, koska tarvittavat reitittimet ja kytkimet olivat heti käyttövalmiita. Kuva laitekaapista löytyy liitteistä (Liite3/1).

3.1 SIEMENS DSLAM

DSLAM rakentuu monesta eri osasta. Laite lähetettiin osissa, ja jokainen korttimoduuli piti asentaa runkoon omaan korttipaikkaansa. Paketin mukana toimitettiin lisenssi ADSL-korttiin. On helpompi esittää eri osat ja niiden tekniset ominaisuudet erikseen kuin yhtenä isona kokonaisuutena. Kuvassa 3 on Siemens DSLAM asennettuna laitekaappiin.



Kuva 3: Siemens Surpass HiX5625 DSLAM

3.1.1 Runko

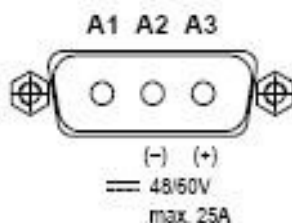
Siemens HiX 5625 M400 -runkoon on mahdollista kytkeä 7 laitekorttia, joihin kuuluu CIUG, CXU ja 5 laitekorttia. Lisäksi jäähdytyksenä on yksi tuuletinyksikkö omassa laitepaikassaan. Rungon mitat 222 mm x 449 mm x 279 mm (korkeus x leveys x syvyys). Toimintalämpötila on ETSI EN 300 019-1-3, luokka 3,3 mukaan on -5 ... +45 °C. (2, 25-26)

Slot 207	IU ¹⁾	6 ²⁾	Fan Unit
Slot 206	IU ¹⁾	5 ²⁾	
Slot 205	IU ¹⁾	4 ²⁾	
Slot 204	IU ¹⁾	3 ²⁾	
Slot 203	CXU_C/ IU ¹⁾	0 or 2 ³⁾	
Slot 202	CXU_C	0 or 1 ³⁾	
Slot 201	CIUG		

Kuva 4: M400-rungon korttipaikat

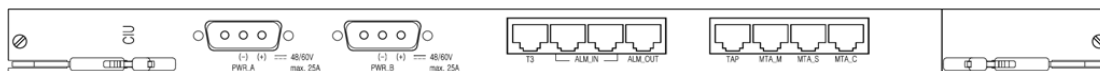
3.1.2 CIUG-kortti

Common Interface Unit with Guarded antaa käyttöjännitteen DSLAM:lle. Kortissa itsessään on EMC suodatus ja se on suojattu väärältä polaarisuudelta. Virransyöttö tapahtuu kahden redundanttisen portin kautta (Kuva 5), jolloin voidaan varmistaa laitteen toiminta, jos toinen virtalähde menee epäkuntoon. Kortille syötettävä jännite on -48 VDC, jolloin estetään häiriötilojen syntyminen.



Kuva 5: CIUG-kortin jännitetulo

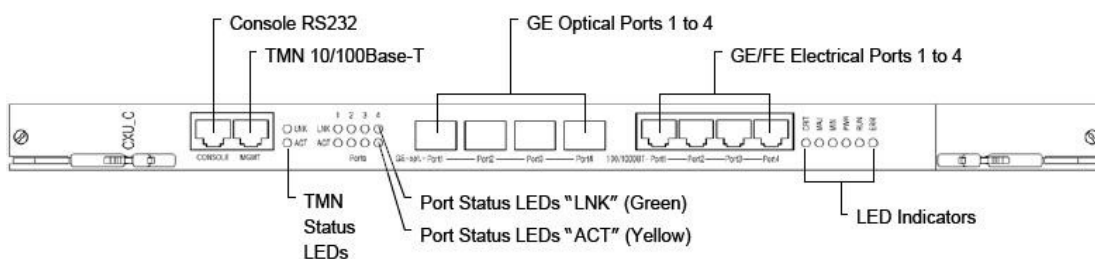
Toimintajännite on välillä 40,5 – 72,0 V, joten jännitepiikit eivät ole suuri uhka kortille. Tehonkulutus on maksimissaan 600 W. Silloin pitäisi olla kaikki porttipaikat täynnä ja jokaisen kortin kaikki linjat käytössä. Korttiin on mahdollista kytkeä erillinen ulkoinen tahdistus sekä hälytysyksiköt, esimerkiksi kun halutaan viesti puhelimeen tai sähköpostiin mahdollisesta vikatilasta. (2, 63-67)



Kuva 6: CIUG-kortin sisääntulot

3.1.3 CXU-kortti

Central Control Unit-kortin kautta tapahtuu DSLAMin hallinta ja konfigurointi. Yleensä tämä tapahtuu etäkäytöllä, jolloin ei tarvitse liikkua pitkiä matkoja ja kuluttaa aikaa etsien tietyn DSLAM:n sijaintia suuren verkon alueelta. Kortti sisältää 4 optista sekä 4 Ethernet-porttia, neljää näistä porteista voidaan käyttää samaan aikaan (Kuva 7). Portteja voidaan myös niputtaa yhteen, tällöin porttien kuorma jakautuu tasaisesti porttien välillä. Sekä optiset että Ethernet-portit kykenevät 1 Gb/s nopeuteen. Kortti itse pystyy 24 Gbit/s:n kytkemisnopeuteen. (2, 38-42)



Kuva 7: CXU-kortin etupaneeli

3.1.4 ADSL-kortti

ADSL-kortti sisältää 72 ADSL-linjaa, joista jokainen on konfiguroitavissa erikseen. Kortin etupaneelissa on kaksi linjakaapelipaikkaa, kummassakin linjakaapelissa on 36 linjaa (Kuva 8). Kortti tukee seuraavia ADSL-standardeja: ADSL, ADSL2, ADSL2+ sekä ADSL2+ Annex-M. Annex M-tekniikan avulla saavutetaan 24/3 Mbps:n siirtonopeudet. (2, 48-49)



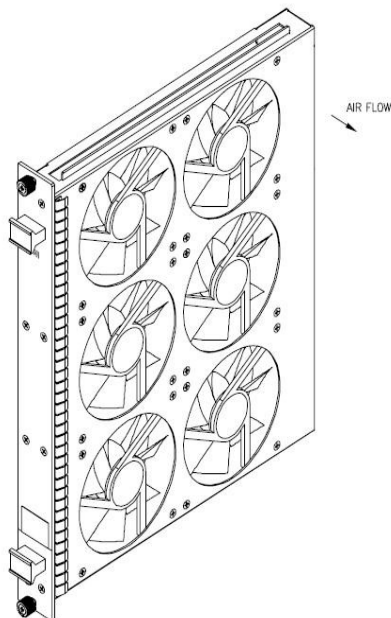
Kuva 8: ADSL-kortin etupaneeli

3.1.5 VDSL-kortti

VDSL-kortti sisältää 24 VDSL-porttia. VDSL-kortti tukee seuraavia DSL-standardeja: VDSL, VDSL2, ADSL, ADSL2 sekä ADSL2+. VDSL2 mahdollistaa teoriassa 100/100 Mbps:n yhteydet. Huomattavaa on, että VDSL-kortti ei tue Annex M -standardia.

3.1.6 Tuuletinyksikkö

DSLAM-laitteen runko sisältää erillisen korttipaikan tuuletinyksikölle (Kuva 9). Moduuli sisältää 6 tuuletinta, joista jokainen pyörii minuutissa 3600 kierrosta. Tämän ansiosta puhallusteho pääsee 1.84 kuutiometriin minuutissa. Tehonkulutus on 28,8 W ja käyttöjännite on 12 V. (2, 67-68)



Kuva 9: DSLAM tuuletinkortti

3.2 CISCO 2800 -reititin

Ciscon reitittimiä käytettiin ADSL-päätelaitteina sekä yhdyskäytävinä DSLAM:n runkoyhteydelle. Käytimme käyttöjärjestelmäversio 12.4:n julkaisua 24. Lisäksi reitittimeen oli asennettu WIC-1ADSL-kortti, joka mahdollisti käytön päätelaitteena normaali ADSL-modeemin sijaan.

3.3 CISCO 3550 -kytkin

Kytkeitä käytettiin simuloimaan palveluntarjoajan runkoyhteyttä. Kytkin välitti tiedon DSLAM:n runkoyhteydeltä yhdyskäytävänä käytettyyn reitittimeen. Käytimme käyttöjärjestelmän versiota 12.2.

3.4 Akusto

DSLAM saa tarvitsemansa 48 V:n käyttöjännitteen ASCOM Energy Systems akustosta. Kyseisestä akustosta olivat itse akut menneet vanhoiksi, joten kustannussyistä emme hankkineet uusia akkuja vaan käytimme laitetta muuntajana. Akusto pystyy antamaan lähtöjännitteeksi 48 VDC ja 4,5 kW tehoa maksimissaan. Liitteissä on kuva kyseisestä akustosta. (Liite3/1)

4 ASENNUS

Työn fyysinen osuus koostui eri asennusvaiheista, joita on hyvä tarkastella erikseen.

4.1 DSLAM-laitteen asennus

Laitteen asennus tuli tapahtumaan serverihuoneen takaosaan olevaan laitteistokaappiin, johon oli määrä muutakin laitteistoa asentaa. Samalla tilan käyttäjien määrää pystyy helposti seuraamaan.

Korttien asennuksessa käytettiin erityistä varovaisuutta, etteivät kortit vaurioituneet fyysisesti tai staattisen sähköpurkauksen seurauksena. Staattisen sähköpurkauksen mahdollisuuden välttämiseksi käytimme asennuksessa maadoitusranneketta. CXU-, CIUG- sekä tuuletinkortti menivät niille varattuihin korttipaikkoihin. ADSL- ja VDSL-kortit asennettiin IU-korteille varattuihin paikkoihin. Korttien asennus oli

yksinkertaista johtuen niiden ”Hot-Swap”-ominaisuudesta. Hot-Swap tarkoittaa kortinvaihto-mahdollisuutta laitteen ollessa virrallisena. Tätä ominaisuutta onkin syytä käyttää, jos DSLAM on otettu jo käyttöön eikä haluta nykyiselle käyttäjille aiheutuvan katkosta. DSLAM osaa tarkistaa asennetun kortin ohjelmistoversion ja tarvittaessa hakea uuden ohjelmistopakettin määritetyltä FTP-palvelimelta sekä asentaa sen ennen kortin käyttöönottoa.

Käyttöjännitteen saimme UPS:lta, josta oli akusto poistettu. Katkeamattomalle sähkönsyötölle ei laboratoriossa ole tarvetta, joten akkuja ei UPS:iin asennettu. Virtakatkoksen sattuessa tai järjestelmän uudelleenkäynnistyksessä DSLAM:n toimintavalmiuden palautuminen voi viedä 30 minuuttia. Laitteistokaapin maadoituksen toimme laboratorion sähkökeskuksesta, että saimme varmistettua maadoituksen ja turvattua työympäristön mahdollisista maadoitusongelmista.

4.2 Kaapelointi

Kaapelointiosuus työstä vei suurimman osan asennukseen käytetystä ajasta. Osiossa on eritelty vaiheet yksityiskohtaisemmin.

4.2.1 Kaapelikourun asennus

Huoneen katonrajaan päätimme asentaa kaapelikourua, jota pitkin DSLAM:n yhteydet kulkisivat laboratorioon. Jatkoimme serverihuoneesta tulevaa kourua samassa linjassa seinän toiselta puolelta 1,3 m:n pituisella palalla. Sisäänmeno oli huoneiden välillä jo valmiiksi tehty huoneen aikaisempien käyttötarkoitusten yhteydessä. Asensimme lisäksi kourua 90 asteen kulmassa alaspäin katosta, jolloin pystyimme niputtamaan kaapelit niin, että ne eivät pääse sotkeutumaan laskeutuessaan laitekaappiin.

4.2.2 Kaapeloinnin veto

Aloitimme cat6 DSLAM:n johtojen vedon ja asentamisen laboratorioden huoneiden välille. Veto tuli tapahtumaan DSLAM-huoneesta laboratorioluokkaan BK0131. Vedettävänä oli 2 kpl puhelinkaapelia ja 6 kpl cat6 UTP twin -kaapelia, AB laitekaappiin vedon pituus oli 33 m ja CD laitekaappiin 35 m. Työn helpottamiseksi laskimme yhden vedetyn kaapelin pituuden pituusmerkintöjen avulla ja sidosimme useamman kaapelin yhteen, että jokaisen kaapelin takia ei erikseen tarvinnut vetää

matkaa uudestaan kattoon. Vedon loppupuolella saimme olla varovaisia, ettei kaapelin ulkokuori vahingoitu, koska kaapelikouruissa alkoi olla ahdasta ja varsinkin 90 asteen käännökset reikien kautta olivat ahtaita.

4.2.3 Kaapeleiden päättäminen

Linjakaapelit laboratorion ja DSLAM-huoneen välillä päätettiin niin, että yksi pari meni jokaiseen liittimeen, yhteensä 24 liittintä/rima. Puhelinkaapelissa kuitenkin on 50 paria, joista jäi käyttämättä 26 paria. Lisäksi kytkimme molempiin laboratorion laitekaappeihin ja DSLAM-huoneen välille 6 kpl suoria cat6 UTP twin -kaapeleita laitekytkentöjä varten. Liitteissä on kuvat maadoituksesta ja kaapeloinnin päättämisestä. (Liite 3/2)

4.3 Sähkötyöt

DSLAM tarvitsee 48 V käyttöjännitettä joka saadaan akustosta . Akuston käyttöä varten tarvitsimme maadoituksen DSLAM-huoneen ja sähkökeskuksen välille. Tähän tarvitsimme Marko Saxellin apua, koska hänellä oli ainoa lupa tehdä paksusähköön liittyviä töitä.

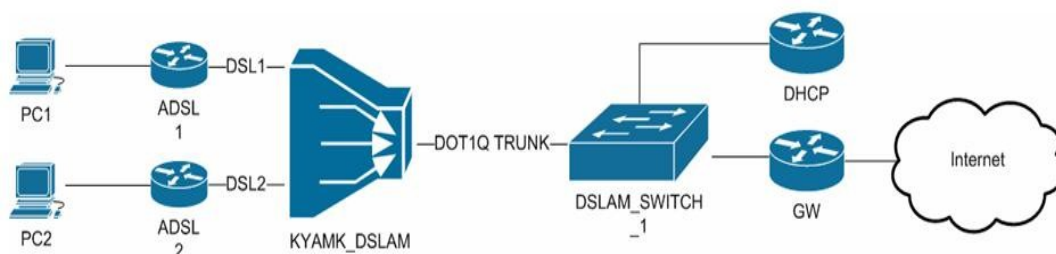
Akusto saa sähköt suoraan DSLAM-huoneesta jossa on 16 A:n pistokepaikka. Akuston vanhenemisen ja budjetin takia itse akkuja ei laitteessa ole, vaan akusto toimii muuntajana välissä, mutta myöhemmin on mahdollista lisätä akut takaamaan laitteiston virransaantia.

4.4 Käyttöönotto

Käyttöönottoon liittyi muutamia ongelmia, ennen kuin saimme laitteen toimintakuntoon. CXU- ja ADSL-laitekortit olivat molemmat vanhalla 1.5 version käyttöjärjestelmällä kun otimme ne käyttöön. Meidän piti ensimmäiseksi päivittää ne versioon 2.0 että pääsimme tekemään testejä laitteella. Ongelma oli se, että CXU-kortti oli tarkoitettu rungon HiX 5630 malliin, eikä 5625 malliin, kuten meillä oli. Päivitys tehtiin siten, että käytimme CXU-kortin KYMP Oy:n testiverkon DSLAM:ssa, jolloin päivitys tapahtui automaattisesti SAPS-palvelimen välityksellä. Tämän jälkeen pystyimme tekemään ADSL-kortin päivityksen itse. Harjoitustyöt suoritimme DSLAMin ohjelmistoversiolla 2.5. Uusin versio 2.6 käyttöjärjestelmästä asennettiin sen jälkeen, kun olimme suorittaneet harjoitustyöt.

5 HARJOITUSTYÖT

Testasimme laitteiston toimintaa erilaisilla testeillä. Kaikki harjoitustyöt suoritettiin kuvassa 10 näkyvän kytkennän mukaisesti.



Kuva 10: Kytkentämallinnus palveluntarjoajan verkosta.

5.1 ADSL-yhteys DHCP-palvelinta käyttäen

DHCP-palvelin mahdollistaa IP-osoitteiden jakamisen automaattisesti verkkoon kytketyille laitteille. Tämä helpottaa suurten verkkojen luomista ja ylläpitoa huomattavasti. Harjoituksen tarkoituksena oli luoda kahden ADSL-yhteyden väliin toimiva IP-verkko DHCP-palvelinta käyttäen. Työ aloitettiin tutustumalla ADSL-yhteyden määrittäisiin DSLAM:ssa. KYMP Oy:ltä saatu peruskonfiguraatio auttoi huomattavasti tässä vaiheessa työtä. Harjoitustyön konfiguraatiot ovat liitteenä (Liite1).

5.1.1 ADSL-yhteyden määrittäminen DSLAM-laitteessa

DSLAM-laitteen tärkeimmät komennot liittyvät DSL-profiileiden ja linjojen asetusten määrittämiseen. Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 1/2)

lre 6/1-6/72 atm vcc 1 vpi 0 vci 33

Määrittää Long Reach Ethernet(lre) porteille 6/1 – 6/72 vpi ja vci arvot.

adsl add line-config-profile Profiili adsl

Määrittää profiilille Profiili yhteystavaksi ADSL. Muita vaihtoehtoja ovat esimerkiksi: ADSL2, ADSL2plus sekä ADSL2plum.

adsl line-config-profile Profiili atuc interleaved/fast max-tx-rate 1152

Määrittää maksimi vastaanottonopeuden joko virheen korjaavalle interleaved- tai korjaamattomalle fast-tilalle. Tässä tapauksessa maksiminopeus on 1152 kbps.

adsl line-config-profile Profiili atur interleaved max-tx-rate 512

Määrittää maksimi lähetysnopeuden joko virheen korjaavalle interleaved- tai korjaamattomalle fast-tilalle. Tässä tapauksessa maksiminopeus on 512 kbps.

adsl line-config-profile Profiili atuc target-snr-mgn 100**adsl line-config-profile Profiili atur target-snr-mgn 100**

Nämä komennot määrittävät lähetys- ja vastaanottopäähän kohde signaali/kohina-arvot (SNR). SNR:n suositus arvot ovat 5-15dB. Annetut arvot ovat dB * 10.

lre 6/1-6/8 adsl line-config profile Profiili

Tämä komento liittää profiilin Profiili porteille 6/1 ja 6/2. Huomattavaa on, että porttien pitää olla lukittuna jos profiilia vaihdetaan tai siihen tehdään muutoksia.

5.1.2 ADSL-linjan konfigurointi reitittimessä

Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 1/1)

interface atm0/3/0**dsl operating-mode auto**

Määrittää atm0/3/0 rajapinnalle käyttöön automaattisen DSL-linjan hakemisen.

interface atm0/3/0.33 point-to-point

ip address dhcp

pvc 0/33

Määrittää DHCP:n käyttöön IP-osoitetta määritettäessä sekä pvc 0/33 määrittää portille vpi ja vci arvot 0 ja 33. ADSL-linja nousee ylös, vaikka vci ja vpi -arvot olisivat määritetty väärin, mutta ADSL-modeemi ja DSLAM eivät pysty keskustelemaan keskenään.

5.1.3 DHCP-palvelimen määrittäminen reitittimeen

Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 1/4)

ip dhcp excluded-address 172.16.10.1

Tällä komennolla poistettiin osoite 172.16.10.1 DHCP-palvelimen käytöstä koska IP oli määritetty yhdyskäytävän käyttöön.

ip dhcp pool ryhmä1

network 172.16.10.0 255.255.255.0

Tällä komennolla luodaan IP-avaruus 172.16.10.0/24 josta IP-osoitteet jaetaan.

interface FastEthernet0/1

ip address 172.16.50.2 255.255.255.0

FastEthernet portille 0/1 määritettiin IP-osoite.

ip route 172.16.10.0 255.255.255.0 FastEthernet0/1

Tällä komennolla ohjataan 172.16.10.0/24 avaruuteen tuleva liikenne ulos portista FastEthernet 0/1.

5.1.4 Yhdyskäytäväreitittimen määrytykset

Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 1/5)

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip dhcp relay information trusted
```

```
ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
```

```
ip helper-address 172.16.50.2
```

Tällä komentoryhmällä määritetään FastEthernet 0/0 -portille IP-osoite 172.16.10.1 ja DHCP-avustaja osoite 172.16.50.2. DHCP-avustaja ohjaa tulevat DHCP-pyynnöt oikeaan IP-osoitteeseen.

```
interface FastEthernet0/1
```

```
ip dhcp relay information trusted
```

```
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
```

Tämä portti on suoraan yhteydessä DHCP-palvelimeen. Ip dhcp relay information trusted -komennolla portti laitetaan välittämään Option82-tiedot DHCP-palvelimen ja asiakkaan välillä, eli reititin ei puutu DHCP-liikenteen sisältöön.

5.1.5 DHCP-määrytykset DSLAM-laitteessa

Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 1/2)

```
vlan create 10
```

```
vlan name 10 Ryhma1
```

```
vlan add 10 0/1-0/4 tagged 6/1/1-6/2/1 untagged
```

Näillä komennoilla luodaan ja nimetään VLAN 10 sekä liitetään portit 0/1 - 0/4 (Trunk) sekä 6/1 ja 6/2 VLAN 10:n.

bridgeport pvid 10,10 6/1/1,6/2/1

Määritetään porteillemä käytettävä PVID, tässä tapauksessa porteillemä 6/1 sekä 6/2 PVID 10.

bridgeport host-protocol dhcp 6/1/1-6/2/1

Määritetään portit 6/1 sekä 6/2 käyttämään DHCP-palvelinta osoitteen määrittäksessä.

port lre 6/1-6/2 enable

port lre 6/1 description Ryhma1Linja1

port lre 6/2 description Ryhma1Linja2

Kytetään päälle portit 6/1 ja 6/2 sekä nimetään ne.

ip dhcp provider KYAMK_10

index 1

vlanid 10

option82 all

simplified on

commit exit

Luodaan VLAN:ille 10 DHCP provider -asetukset.

5.1.6 ADSL-linjan tarkistus

ADSL-linjan tarkistus tehdään, kun harjoituksen laitteet on konfiguroitu. Kun ADSL saa IP-osoitteen DHCP-palvelimelta, saimme seuraavanlaisen viestin:

**Feb 20 15:51:43.479: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface ATM0/3/0.33
assigned DHCP address 172.16.10.8, mask 255.255.255.0, hostname ADSL*

Linja voidaan vielä tarkistaa komennolla ”show interfaces atm0/3/0.33”. Tulosteesta nähdään, että ADSL-reititin on hakenut DHCP-palvelimelta IP-osoitteen 172.16.10.8.

```
R1A1#show interfaces atm0/3/0.33
```

```
ATM0/3/0.33 is up, line protocol is up
```

```
Hardware is DSL SAR (with Alcatel ADSL Module)
```

```
Internet address is 172.16.10.8/24
```

5.2 Staattinen IP-osoite ADSL-linjalla

Tiettyt käyttäjät tarvitsevat kiinteän IP-osoitteen. Se saadaan määrittämällä osoite staattisena, jolloin DHCP-palvelu otetaan pois käytöstä. Konfiguraatiot ovat muuten samat kuin DHCP-harjoituksessa lukuunottamatta DSLAM-laitteen, ADSL-reitittimen ja yhdyskäytäväreitittimen konfiguraatiota. Konfiguraatiot on liitteenä. (Liite 2)

5.2.1 ADSL-yhteyden määrittäminen DSLAM:ssa

ADSL-yhteyden asetukset ovat samat kuin DHCP:n kautta saatavassa IP-osoitteessa. Mutta DHCP providerin määrittämiä ei käytetä, sen sijaan käytetään seuraavia komentoja. Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 2/2)

```
ip arp-reply fixed 5011 172.16.10.110
```

```
ip arp-reply fixed 5021 172.16.10.120
```

Määritettiin portille 5011 (6/1) IP-osoite 172.16.10.110 ja portille 5021 (6/2) IP-osoite 172.16.10.120.

5.2.2 ADSL-linjan konfigurointi reitittimessä

Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 2/1)

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
```

```
ip nat inside
```

Määritettiin sisäverkon IP-avaruus 192.168.0.0 /24 ja otettiin NAT käyttöön, että sisäverkosta voidaan muodostaa yhteys ulkoverkon kanssa.

```
interface ATM0/3/0.33 point-to-point
```

```
ip address 172.16.10.110 255.255.255.0
```

```
ip nat outside
```

Määritettiin ATM-sovittimelle vpi ja vci arvot 0/33, kiinteä IP-osoite 172.16.10.110 ja NAT:n ulospäin lähtevä rajapinta.

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 ATM0/3/0.33
```

Kaikki reitittimelle tuleva liikenne ohjataan ulos ATM0/3/0.33-portista.

```
ip nat inside source list 1 interface ATM0/3/0.33 overload
```

```
access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
```

Määritettiin NAT:attava IP-avaruus.

5.2.3 Yhdyskäytäväreitittimen määrytykset

Yhdyskäytävää käytettiin, jotta ADSL-linjat voisivat keskustella keskenään.

Konfiguraatio on liitteenä. (Liite 2/3)

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
```

ip local-proxy-arp

ip local-proxy-arp -komento mahdollistaa yhteyden samassa DSLAM:ssa olevien laitteiden välille.

Tämä on huomioitava esimerkiksi verkkopelaamista silmälläpitäen. DSLAMin ja yhdyskäytävän välille laitettiin kytkin purkamaan DSLAMin trunk-yhteyttä. Yhteyttä koekäytettiin ID Softwaren verkkopelillä Quake 2. Testijakson aikana ei havaittu häiriöitä.

5.3 Quality of Service -harjoitus

QoS mahdollistaa kaistan rajoittamisen tietylle protokollalle. Sen yleinen käyttötarkoitus on video- ja puheliikenteen datan ruuhkautumattomuuden varmistaminen. QoS-harjoituksessa voidaan käyttää joko DHCP – tai staattista IP-ratkaisua.

Tässä harjoituksessa tarkoituksena oli lähettää UDP-protokollaa käyttäen videokuvaa, ja näin täyttää avoin kaista. Videokuvaa lähetettiin suoraan kytkimeen kytketyltä tietokoneelta kaistan käytön maksimoimiseen.

CXU queue mapping: 'fixed' mapping

Priority	Queue	Reduced queue	CXU
0 be (Best Effort)	2	1	2
1 bg (Background)	0	0	0
2 spare (Spare)	1	0	1
3 ee (Excellent Effort)	3	1	3
4 cl (Controlled Load)	4	2	4
5 video (Video)	5	3	5
6 voice (Voice)	6	3	6
7 ctrl (Network Control)	7	3	7

Kuva 11: QoS-määritykset DSLAM-laitteessa.

Kuvassa 11 näemme DSLAM:ssa sijaitsevat vakio QoS-arvot. Reduced queue -arvo tarkoittaa jonon prioriteettia, 0 on alhaisin ja 3 korkein.

mpls qos

mpls qos cos 5

Seuraava komento annettiin kytkimeen, joka pakotti portista lähtevän ping-kutsun QoS 5 -arvoon, Reduced queue 3.

mpls qos cos override

Määrittää vakio QoS-arvon.

```
Pinging 172.16.10.110 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=22ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=6ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=287ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=520ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=493ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=518ms TTL=128
Request timed out.
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=503ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=33ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=28ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=30ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=30ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=31ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=32ms TTL=128
Reply from 172.16.10.110: bytes=32 time=31ms TTL=128
```

Kuva 12: Ping-vastaus

Kuvasta 12 voimme todeta, että QoS toimii kuten pitääkin. Ennen QoS:n käyttöä videokuvan paketit sekä ping käyttivät QoS-arvoa 0. Tästä johtui korkea vasteaika ping-kutsuissa. Kun pingille määritettiin arvo QoS 5, takasi tämä ping-pakettien lähtemisen siedettävään aikaan.

5.4 ADSL-linjan tarkistus

Tarkistus tehdään DSLAM:lta, jonka kautta voidaan nähdä linjanopeudet.

```
Kyamk_DSLAM# show lre 6/1 adsl
```

```
-----
Port  Link    Speed  Curr. SNR Attenuation TX Power Attainable Rate
      ADM/OPR  UP/DOWN UP/DOWN  UP/DOWN  UP/DOWN
UP/DOWN(kbps)
-----
6/1   UP/   UP   512/ 1152 27.5/42.5  0.0/ 0.0 -2.6/11.9  1168/13376
```

Kuva 13: Linjan tarkistus(ADSL)

Kuvasta 13 voidaan todeta, että linjan toimii nopeudella 512/1152 kbps. Sekä linjan maksimi saavutettavissa oleva nopeus 1168/13376 kbps.

```
-----
Port  Link    Speed  Curr. SNR Attenuation TX Power Attainable Rate
      ADM/OPR  UP/DOWN UP/DOWN  UP/DOWN  UP/DOWN
UP/DOWN(kbps)
-----
6/1   UP/   UP  1022/23308 10.5/ 9.9  0.0/ 0.0 14.1/12.4  1032/26020
```

Kuva 14: Linjan tarkistus(ADSL2+)

Testasimme ADSL-linjaa Annex M -tekniikalla, se tukee 24/3 Mbps:n nopeutta, mutta johtuen Cisco 2800 -reitittimien ADSL-sovittimesta, saavutettiin vain 1 Mbps:n lähetysnopeus. Kuvassa 14 on ADSL-linjan nopeudet, jotka saavutettiin testissä.

6 ONGELMAT JA RATKAISUT

Ensimmäinen ongelma tuli, kun huomattiin, että DSLAMissa oli vanha käyttäjärjestelmä, eikä se suostunut toimimaan uudemman ADSL-kortin kanssa. Ainoaksi korjausvaihtoehdoksi jäi toimittaa CXU-kortti KYMP Oy:lle päivitettäväksi. Iso kiitos kuuluu KYMP Oy:n Markku Hauhialle ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Martti Kettuselle, jotka opastivat meitä tämän opinnäytetyön varrella. Päivityksen jälkeen DSLAM saatiin toimintakuntoon ja pääsimme suorittamaan koekytkentöjä.

Seuraava ongelma ilmeni, kun aloimme päivittää CXU-, ADSL- ja VDSL-kortteja uusimpaan versioon 2.5. Aluksi näytti että päivitys olisi onnistunut, mutta pian tämän jälkeen ADSL-kortti ei suostunut käynnistymään. Kun kaikki yritykset kortin toimintakyvyn palauttamiseksi oli käytetty tuloksettomana, päätimme lähettää kortin suoraan NSN:n (Nokia Siemens Networks) huoltoon Hollantiin. Kuukauden odotuksen jälkeen saimme uuden ADSL-kortin.

Markku Hauhian opastuksella suoritimme päivityksen käyttäen SAPS-ohjelmistoa. SAPS tarkoittaa automaattista päivittämistä FTP-palvelimelta. VDSL-kortti päivittyi SAPS:n avulla ongelmitta, mutta ADSL-kortti ei suostunut ottamaan uutta ohjelmisto vastaan. Syyksi paljastui yksi ylimääräinen merkki SAPS-tiedoston määrittämisessä.

MNemoType "M: CXUGE:4E:E" =

{

FWCode {"3"},

SWLocation {"saps/hix56xxr26.01/031/./she_r2.5_cxu-b_o.342"}

MNemoType "M: CXUGE:4E:E"

SWLocation {"saps/hix56xxr26.01/031/./she_r2.5_cxu-b_o.342"}

Ylhäällä on esimerkki SAPS-tiedostosta. Se sisältää laitekortin määrittäksen, käyttäjärjestelmän sijainnin kortilla ja päivitystiedoston sijainnin palvelimella.

Tämän työn tarkoituksena oli asentaa ja ottaa käyttöön DSLAM-laite Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tietoliikenne-laboratoriotilassa. Se tuli myös osaksi SimuNet-verkkoympäristöä, jossa voidaan harjoitella palveluntarjoajan verkon suunnittelua, toimintaa ja virhetiloja. Teimme myös työhön liittyviä järjestelmäpäivityksiä korteille ja testasimme ADSL-kortin toimintaa eri menetelmin.

Työn alussa tapahtuva kaapelointi vei suurimman osan asennukseen käytetystä ajasta. Jouduimme myös pyytämään apua maadoituksen vedossa Marko Saxellilta, koska meillä ei ollut olemassa tarvittavia lupia suurjännitteen kanssa työskentelyyn.

Suurimmat ongelmat liittyivät DSLAM-laitteen korttien päivityksiin. DSLAM-laitteen käyttöönotossa havaitsimme, että CXU-kortin ohjelmistoversio oli liian vanha käytössä olleeseen runkoon. Jouduimme käyttämään CXU-kortin päivityksessä KYMP Oy:n testilaboration DSLAM:ssa, päivityksen suoritti KYMP Oy:n Markku Hauhia. Myöhemmin ADSL-kortin päivityksen yhteydessä tapahtunut vikatila aiheutti ADSL-kortin täydellisen jumiutumisen. Useista korjausyrityksistä huolimatta emme saaneet korttia palautumaan alkuperäiseen tilaansa. Jouduimme ottamaan yhteyttä Markku Hauhiaan, joka neuvoi meitä lopulta lähettämään kortin Nokia Siemens Networks:n korjauspisteeseen Hollantiin.

DSLAM-laitteen komentoihin syventyminen oli välillä yrityksen ja erehdyksen kautta opittua. Eri CXU-käyttöjärjestelmä versioiden välillä havaittiin pieniä muutoksia komennoissa, pääosin uudistukset helpottivat käyttöä. Valitettavasti puuttuvan lisenssin takia emme päässeet tutustumaan graafiseen käyttöjärjestelmään. Testeistä saamamme tulokset osoittautuivat hyviksi ja ne perehdyttivät meitä ADSL-yhteyksien luomiseen.

LÄHTEET

1. Digital Subscriber Line. Internetworking Technology Handbook – Cisco Systems. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/DSL_Dig_Subscr_Ln.html [Viitattu 20.3.2010].
2. System Description. Siemens Surpass HiX5630 Manual 2.0 – Nokia Siemens Networks. Saatavissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tietoliikennelaboration sisäisestä verkosta: \\luumu\share\verkon laitteet\Siemens HiX5625 [Viitattu 16.3.2010].
3. User Manual. Siemens Surpass HiX5630 Manual 2.0 – Nokia Siemens Networks. Saatavissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tietoliikennelaboration sisäisestä verkosta: \\luumu\share\verkon laitteet\Siemens HiX5625 [Viitattu 16.3.2010].
4. Hauhia, M. Keskustelut ja sähköpostit, tammi-toukokuu 2008. KYMP Oy. [Viitattu 16.2.2010].
5. Kettunen, M. Keskustelut, tammi-toukokuu 2008. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. [Viitattu 16.2.2010].

R1A1:

Liite 1/1

```
hostname R1A1
!
interface ATM0/3/0
  dsl operating-mode auto
!
interface ATM0/3/0.33 point-to-point
  ip address dhcp
  pvc 0/33
    encapsulation aal5snap
!
end
```

```
hostname KYAMK_DSLAM
!
host-vlan 69
bridge
!
lre slot 6 port 72
lre 6/1-6/72 atm vcc 1 vpi 0 vci 33
!
adsl add line-config-profile A2PD8U1 adsl2plus
adsl line-config-profile A2PD8U1 atuc interleaved max-tx-rate 8000
adsl line-config-profile A2PD8U1 atur dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile A2PD8U1 atur upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile A2PD8U1 atuc target-snr-mgn 100
adsl line-config-profile A2PD8U1 atuc dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile A2PD8U1 atuc upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile A2PD8U1 atur interleaved max-tx-rate 1152
adsl line-config-profile A2PD8U1 atur target-snr-mgn 100
adsl add line-config-profile D1024U512 adsl
adsl line-config-profile D1024U512 atuc interleaved max-tx-rate 1152
adsl line-config-profile D1024U512 atur dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile D1024U512 atur upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile D1024U512 atuc target-snr-mgn 100
adsl line-config-profile D1024U512 atuc dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile D1024U512 atuc upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile D1024U512 atur interleaved max-tx-rate 512
adsl line-config-profile D1024U512 atur target-snr-mgn 100
lre 6/1-6/8 adsl line-config profile D1024U512
lre adsl-atm-bandwidth-check disable
!
! VLANs
vlan create 10,20,30,40,69
```

! VLAN PORTs

vlan add 10 0/1-0/4 tagged 6/1/1-6/2/1 untagged

vlan add 20 0/1-0/4 tagged 6/3/1-6/4/1 untagged

vlan add 30 0/1-0/4 tagged 6/5/1-6/6/1 untagged

vlan add 40 0/1-0/4 tagged 6/7/1-6/8/1 untagged

vlan add 69 0/1-0/4 tagged

! PVIDs

bridgeport pvid 1 0/1-0/6

bridgeport pvid 10,10,20,20,30,30,40,40 6/1/1,6/2/1,6/3/1,6/4/1,6/5/1,6/6/1,6/7/1,6/8/1

!

! vlan table parameters

@vlan 10 "Ryhma1" 0 ""

@vlan 20 "Ryhma2" 0 ""

@vlan 30 "Ryhma3" 0 ""

@vlan 40 "Ryhma4" 0 ""

@vlan 69 "Hallinta" 0 ""

!

bridgeport host-protocol dhcp 6/1/1-6/8/1

! start of ethernet configuration

port type 0/1-0/4 electrical

!

! --- if_mgr - BEGIN -----

configure terminal

bridge

port lre 6/9-6/72 disable

port lre 6/1-6/8 enable

port lre 6/1 description Ryhma1Linja1

port lre 6/2 description Ryhma1Linja2

port lre 6/3 description Ryhma2Linja1

port lre 6/4 description Ryhma2Linja2

port lre 6/5 description Ryhma3Linja1

port lre 6/6 description Ryhma3Linja2

port lre 6/7 description Ryhma4Linja1

port lre 6/8 description Ryhma4Linja2

exit

! --- if_mgr - END -----

!

configure terminal

exit

!

interface noshutdown br69

!

interface br69

ip address 172.16.69.100/24

!

!Begin of DHCP daemon's configuration

no debug dhcp all

no debug dhcp kernel

no ip arp-reply flood

no ip dhcp relay

ip dhcp option82 policy drop

!

ip dhcp provider KYAMK_10

index 1

vlanid 10

option82 all

simplified on

commit exit

!

ip dhcp provider KYAMK_20

index 2

vlanid 20

option82 all

simplified on

commit exit

!

ip dhcp provider KYAMK_30

index 3

vlanid 30

option82 all

simplified on

commit exit

!

ip dhcp provider KYAMK_40

index 4

vlanid 40

option82 all

simplified on

commit exit

!

!End of DHCP and PPPoE provider pool

!

!End of DHCP daemon's configuration

!

end

DSLAM_SWITCH_1:

Liite 1/3

```
hostname DSLAM_SWITCH_1
!
interface FastEthernet0/1
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport trunk allowed vlan 10,69
  switchport mode trunk
  switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/2
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
  switchport access vlan 69
  switchport mode access
!
interface Vlan1
  no ip address
!
interface Vlan69
  ip address 172.16.69.10 255.255.255.0
!
end
```

DHCP_Ryhma1:

Liite1/4

```
hostname DHCP_Ryhma1
!
ip dhcp excluded-address 172.16.10.1
!
ip dhcp pool ryhma1
    network 172.16.10.0 255.255.255.0
!
!
interface FastEthernet0/1
    ip address 172.16.50.2 255.255.255.0
    duplex auto
    speed auto
!
ip route 172.16.10.0 255.255.255.0 FastEthernet0/1
!
end
```


GW_Ryhma1:

Liite1/5

```
hostname GW_Ryhma1
!
interface FastEthernet0/0
 ip dhcp relay information trusted
 ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
 ip helper-address 172.16.50.2
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 ip dhcp relay information trusted
 ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
end
```

R1A1:

```
hostname R1A1
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
 ip nat inside
 ip virtual-reassembly
 duplex auto
 speed auto
!
interface ATM0/3/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
 dsl operating-mode auto
!
interface ATM0/3/0.33 point-to-point
 ip address 172.16.10.110 255.255.255.0
 ip nat outside
 ip virtual-reassembly
 no snmp trap link-status
 atm route-bridged ip
 pvc 0/33
 vcci 1
 encapsulation aal5snap
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 ATM0/3/0.33
!
ip nat inside source list 1 interface ATM0/3/0.33 overload
!
access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
!
end
```

```
hostname KYAMK_DSLAM
!
host-vlan 69
bridge
!
lre slot 6 port 72
lre 6/1-6/72 atm vcc 1 vpi 0 vci 33
!
adsl add line-config-profile ADSL2 adsl2plus
adsl line-config-profile ADSL2 atuc fast max-tx-rate 24000
adsl line-config-profile ADSL2 atur dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile ADSL2 atur upshift-snr-mgn 200
adsl line-config-profile ADSL2 atuc target-snr-mgn 100
adsl line-config-profile ADSL2 atuc dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile ADSL2 atuc upshift-snr-mgn 200
adsl line-config-profile ADSL2 comm line-type fast
adsl line-config-profile ADSL2 atur fast max-tx-rate 1184
adsl line-config-profile ADSL2 atur target-snr-mgn 170
adsl add line-config-profile ANNEXM adsl2plus-m
adsl line-config-profile ANNEXM atur dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile ANNEXM atur upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile ANNEXM atuc target-snr-mgn 100
adsl line-config-profile ANNEXM atuc dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile ANNEXM atuc upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile ANNEXM atur target-snr-mgn 100
adsl add line-config-profile D1024U512 adsl
adsl line-config-profile D1024U512 atuc interleaved max-tx-rate 1152
adsl line-config-profile D1024U512 atur dnshift-snr-mgn 50
adsl line-config-profile D1024U512 atur upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile D1024U512 atuc target-snr-mgn 100
adsl line-config-profile D1024U512 atuc dnshift-snr-mgn 50
```

```

adsl line-config-profile D1024U512 atuc upshift-snr-mgn 150
adsl line-config-profile D1024U512 comm line-type fast
adsl line-config-profile D1024U512 atur interleaved max-tx-rate 512
adsl line-config-profile D1024U512 atur target-snr-mgn 100
lre 6/1-6/2 adsl line-config profile D1024U512
lre adsl-atm-bandwidth-check disable
!
! VLANs
vlan create 10,69
! service-tag-only VLANs
! VLAN PORTs
vlan add 10 0/1-0/4 tagged 6/1/1-6/2/1 untagged
vlan add 69 0/1-0/4 tagged
! PVIDs
bridgeport pvid 1 0/1-0/6
bridgeport pvid 10,10 6/1/1,6/2/1
! vlan table parameters
@vlan 69 "Hallinta" 0 ""
! start of ethernet configuration
port type 0/1-0/4 electrical
! end of ethernet configuration
!
! --- if_mgr - BEGIN -----
configure terminal
bridge
port lre 6/3-6/72 disable
port lre 6/1-6/2 enable
exit
! --- if_mgr - END -----
!
configure terminal
exit
!
```

```
interface noshutdown br69
!
interface br69
ip address 172.16.69.100/24
!
!ARP fixed-ip pool
ip arp-reply fixed 5011 172.16.10.110
ip arp-reply fixed 5021 172.16.10.120
!End of ARP fixed-ip pool
exit
!
end
```

Gateway:

Liite2/3

```
hostname Gateway
!
interface FastEthernet0/0
ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
no ip redirects
ip local-proxy-arp
ip route-cache same-interface
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
ip address 10.10.10.5 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
!
router eigrp 1
network 10.10.10.0 0.0.0.255
network 172.16.10.0 0.0.0.255
auto-summary
!
end
```



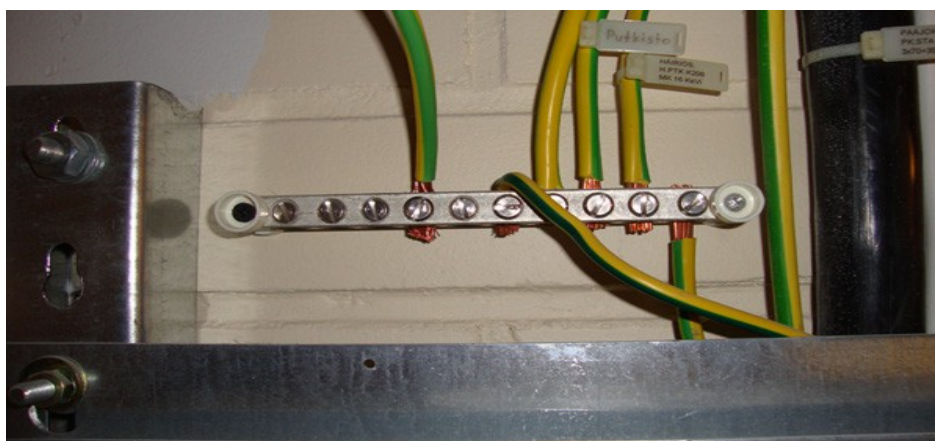
*Kuva: Tietoliikennelaboratorion
laitekaappi.*



*Kuva: Akusto ASCOM
EnergySystems(AMS 48 / 750-6 PEE)*



*Kuva: Kaapeloinnin päättäminen
loppusuoralla*



Kuva: Maadoitusrima laboratorion sähkökeskuksessa